

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Oktober 2002 (03.10.2002)

PCT

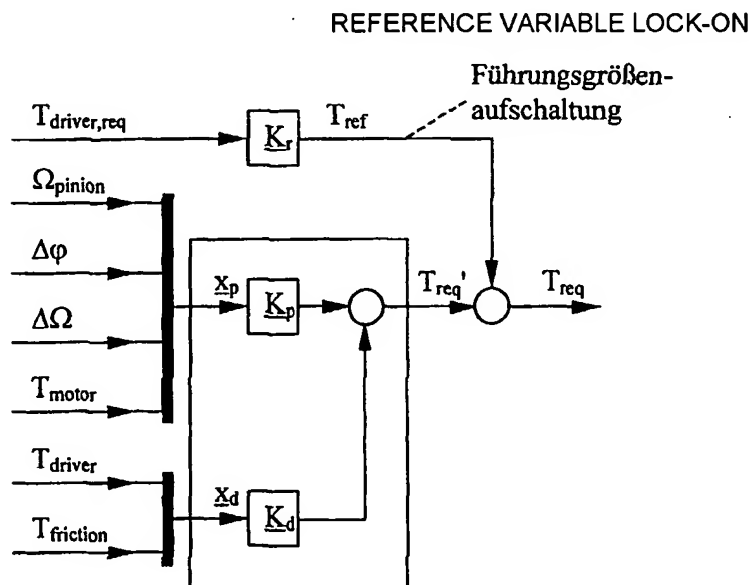
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/076806 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B62D 5/00, 6/00** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH** [DE/DE]; Rather Str. 51, 40476 Düsseldorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/01855
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Februar 2002 (21.02.2002) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NIESSEN, Harwin** [DE/DE]; Hahnweidstrasse 43, 73230 Kirchheim unter Teck (DE). **HENRICHFREISE, Hermann** [DE/DE]; Hofwiese 9, 51429 Bergisch Gladbach (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 15 018.0 27. März 2001 (27.03.2001) DE (74) Anwalt: **GERBER, Wolfram**; Lenzing Gerber, Münsterstrasse 248, 40470 Düsseldorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE STEERING SYSTEM FOR CONTROLLING A STEERING OR STEERING LOCK ANGLE OF AT LEAST ONE WHEEL OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: FAHRZEUGLENKUNG ZUM STEUERN EINES LENK- ODER EINSCHLAGWINKELS MINDESTENS EINES FAHRZEUGGRADS EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a vehicle steering system for controlling a steering or steering lock angle of at least one wheel of a vehicle, comprising the following: a steering handle, especially a steering handwheel; a detecting device for detecting the degree of actuation of the steering handle; a mechanical interconnection between the steering handle and the at least one steered vehicle wheel; an adjustment unit for assisted adjustment of the steering or steering lock angle; a control device for the adjustment unit, wherein the actual manual torque or force that is to be exerted by the driver to control the vehicle is regulated by the control device depending on vehicle state parameters, wherein the control device has a vehicle state regulator which generates an adjustment parameter  $T_{req}$  with the aid of state parameters of the vehicle, in which the steering forces exerted

by the driver would be minimal, so that practically torque-free steering could be realized and a reference variable lock-on produces a reference variable  $T_{ref}$  for the manual torque  $T_{driver, req}$  to be exerted by the driver.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung zum Steuern eines Lenk- oder Einschlagwinkels mindestens eines Fahrzeuggrads eines Fahrzeugs, das aufweist: eine Lenkhandhabe, insbesondere ein Lenkhandrad; eine Detektierungsvorrichtung zum Erfassen des Betätigungsgrads zwischen der Lenkhandhabe und dem mindestens einen gelenkten Fahrzeuggrad; ein Stellaggregat zum unterstützenden Einstellen des Lenk- bzw. Einschlagwinkels; eine Steuervorrichtung für das Stellaggregat, wobei das vom Fahrer zur

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/076806 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

Steuerung des Kraftfahrzeuges tatsächlich aufzubringende Handmoment bzw. -kraft von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von Fahrzeugzustandsgrößen eingeregelt wird; wobei die Steuervorrichtung einen Zustandsregler aufweist, der mittels Zustandsgrößen des Fahrzeugs eine Stellgröße  $T_{ire}$  erzeugt, für die Steuervorrichtung erzeugt, bei dem die vom Fahrer aufzubringenden Lenkkräfte minimal wären, so daß eine möglichst momentenfreie Lenkung realisiert wäre, und daß eine Referenzgrößenumschaltung für das vom Fahrer aufzubringende Handmoment  $T_{driver, req}$  eine Führungsgröße  $T_{ref}$  erzeugt.

**Fahrzeuglenkung zum Steuern eines Lenk- oder Einschlagwinkels mindestens eines Fahrzeugrads eines Fahrzeugs**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung zum Steuern eines Lenk- oder Einschlagwinkels mindestens eines Fahrzeugrads eines Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Bei hydraulischen Hilfskraftlenkssystemen steuert in der Regel ein Steuerventil einen der Drehbewegung des Lenkrads entsprechenden Öldruck in dem Lenkzylinder. Ein elastisches Drehmomentmeßglied, z.B. ein Drehstab, Spiralfeder oder Blattfeder, wandelt das am Lenkrad angreifende Drehmoment in einen Steuerweg um. Durch den Steuerweg verschieben sich die als Fasen oder Facetten ausgebildeten Steuerkanten und bilden so den entsprechenden Öffnungsquerschnitt für den Ölstrom.

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

Bei Hilfskraftlenkssystemen, bei denen das unterstützende Moment mittels eines Elektromotors als Stellaggregat erzeugt wird, dient ebenfalls in der Regel ein Drehmomentmeßglied zur Messung des vom Fahrer aufgebrauchten Handmoments.

Steigende Anforderungen im Hinblick auf den Bedienungs-  
komfort der Hilfskraftlenkung und die Sicherheit des Kraftfahrzeugs haben zur Einführung von parametrierbaren Hilfskraftlenkungen geführt. Diese arbeiten z.B. geschwindigkeitsabhängig, d.h. die vom elektronischen Tachometer angezeigte Fahrgeschwindigkeit steuert bzw. beeinflusst die vom Fahrer aufzubringende Betätigungskraft am Lenkrad bzw. der Lenkhandhabe. Ein Steuergerät wertet die Geschwindigkeitssignale aus und bestimmt die Größe des einzuregelnden unterstützenden Moments, welches von dem Stellaggregat zum unterstützenden Einstellen des Lenk- bzw. Einschlagwinkels erforderlich ist. So kann die spezielle Auslegung der Lenkungscharakteristik dazu führen, daß im Parkierbereich und beim Lenken im Stand nur minimale Kräfte am Lenkrad aufzubringen sind, während sich mit zunehmender Geschwindigkeit des Fahrzeugs die Größe der Hilfskraft bzw. des Hilfsmoments reduziert. Somit wird bei hohen Geschwindigkeiten exaktes und zielgenaues Lenken ermöglicht.

Nachteilig bei den bekannten Hilfskraftlenkssystemen ist, daß das an der Lenkhandhabe bzw. dem Lenkrad angreifende Handmoment gemessen und lediglich mit einer Verstärkung an das Stellaggregat weitergegeben wird. Hierdurch wird meist nur ein unzureichender Bedienkomfort erzielt. Bei diesen Systemen muß in der Regel die aktive Rückstellung, d.h. die Rückstellung des losgelassenen Lenkrads in die Mittenstellung explizit mittels einer zusätzlichen Regelung implementiert werden, wodurch die gesamte Rege-

lung/Steuerung des Systems kompliziert und stör anfällig ist. Auch das Implementieren einer aktiven Dämpfung ist bei den herkömmlichen Systemen nur mit großem Aufwand und meist nur ungenügend realisierbar. Ferner ist bei diesen Systemen nachteilig, daß eine Reibungskompensation, das heißt die Berücksichtigung der in der Lenkung vorhanden Reibung nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden kann. Durch das Implementieren der vorgenannten Optionen wird der Regler meist derart komplex, daß er - wenn überhaupt - nur unter großem Aufwand optimiert werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine leichter zu optimierende Fahrzeuglenkung zu schaffen, bei der das vom Fahrer aufzubringende Handmoment vorgebbar und insbesondere exakt einregelbar ist.

Diese Aufgabe wird erfinderisch durch eine gattungsgemäße Fahrzeuglenkung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere erfinderische Ausgestaltungen dieser Fahrzeuglenkung ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

Der für die Erfindung wesentliche Gedanke ist, daß ein Zustandsregler mittels Zustandsgrößen des Fahrzeugs eine Stellgröße  $T_{req}$  für die Steuervorrichtung erzeugt, bei dem die vom Fahrer aufzubringenden Lenkkräfte minimal wären, so daß eine möglichst momentenfreie Lenkung realisiert wäre. Ausgehend von der momentenfreien Lenkung kann der Stellgröße  $T_{req}$  leicht eine Führungsgröße  $T_{ref}$  aufsummiert werden ohne daß bei der Berechnung bzw. Ermittlung des vom Fahrer aufzubringenden Handmoments  $T_{driver, req}$  Rücksicht auf die sonst zu beachtenden Fahrzeugzustände genommen werden muß. Hierdurch ist es vorteilhaft möglich, das Fahrermoment aktiv vorzugeben und nicht, wie beim Stand der Technik, lediglich das gemessene Handmoment zur Berechnung der Unterstützung des Fah-

ners zu verstärken. Eine alternative Lösung zur Aufschaltung einer Führungsgröße ergibt sich, wenn die Stellgröße  $T_{req}$  mit einem Proportionalitätsfaktor multipliziert wird, der seinerseits von verschiedenen Größen wie z.B. der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Sensormoment abhängig ist.

So kann z.B. vorteilhaft das vom Fahrer aufzubringende Handmoment  $T_{driver, req}$  eine Funktion der nachfolgend aufgezählten Parametern sein: Lenkradwinkel, Fahrzeuggeschwindigkeit, an der Fahrzeuglenkung angreifende Störgrößen wie z.B. Spurstangenkräfte sowie Kräfte an den Reifen oder Reaktionskräfte zwischen Reifen und Fahrbahn, verschiedene Fahrdynamikinformationen von den im Fahrzeug befindlichen Fahrsystemen, insbesondere dem Getriebe und/oder der Fahrdynamikregelung.

Es ist selbstverständlich, daß die o.g. Funktion nicht sämtliche der aufgezählten Parameter berücksichtigen muß. All diese Parameter können einzeln oder in verschiedensten Kombinationen berücksichtigt werden. Ebenso ist es vorteilhaft möglich, daß der Fahrzeugführer der Lenkung vorgibt, daß er sportlich, komfortabel oder energiesparend fahren möchte. Durch derartige Vorgaben kann das aktiv vorgegebene gewünschte Handmoment  $T_{driver, req}$  anders für die jeweilige Fahrsituation berechnet und genau vorgegeben werden.

Es ist jedoch von Vorteil, wenn zumindest einige der aufgeführten Parameter für die Funktion für das aufzubringende Handmoment Berücksichtigung finden.

Das aktiv vorgegebene gewünschte Handmoment  $T_{driver, req}$  kann auch durch die Multiplikation von  $T_{friction}$  mit einem Proportionalitätsfaktor  $k_{assist}$ , der z.B. eine Funktion

der Größen Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{\text{vehicle}}$  und dem Sensormoment  $T_{\text{sensor}}$  sein kann, berechnet werden.

Vorteilhaft verfügt die Steuervorrichtung der erfindungsgemäßen Lenkung über einen Beobachter, der mittels eines mathematischen Modells der Lenkung des Fahrzeugs nicht gemessene und/oder nicht meßbare Zustandsgrößen des Fahrzeugs berechnet. Derartige Simulationsmodelle existieren für jedes Fahrzeug, so daß vorteilhaft unnötige Sensoren zur Ermittlung von Streckenzustandsgrößen und Störzustandsgrößen eingespart werden können.

Unter Streckenzustandsgrößen werden u.a. die ritzelseitige Winkelgeschwindigkeit  $\Omega_{\text{pinion}}$ , die Winkeldifferenz zwischen Lenkrad- und Ritzelseite  $\Delta\phi$ , die Winkelgeschwindigkeitsdifferenz zwischen Lenkrad- und Ritzelseite  $\Delta\Omega$  sowie das vom Stellaggregat abgegebene Drehmoment  $T_{\text{motor}}$  verstanden. Es ist selbstverständlich, daß äquivalente Größen ebenfalls für die erfindungsgemäße Lenkung berücksichtigt werden können.

Unter Störzustandsgrößen werden u.a. das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment  $T_{\text{driver}}$  sowie die an der Lenkung angreifenden Reibmomente  $T_{\text{friction}}$  verstanden.

Zur Erzielung eines momentenfreien Lenkverhaltens benötigt der Zustandsregler zur Rückführung bzw. Aufschaltung die Strecken- und Störzustände der Strecke, d.h. der Lenkung.

Streckenzustände im Sinne der Zustandsraumtheorie sind z.B.

$$\underline{x}_p = \begin{bmatrix} \Omega_{\text{pinion}} \\ \Delta\varphi \\ \Delta\Omega \\ T_{\text{motor}} \end{bmatrix} \quad \text{mit}$$

$\Omega_{\text{pinion}}$  ritzelseitige Winkelgeschwindigkeit,

$\Delta\varphi$  Winkeldifferenz zwischen Lenkrad- und Ritzelseite,

$\Delta\Omega$  Winkelgeschwindigkeitsdifferenz zwischen Lenkrad- und Ritzelseite,

$T_{\text{motor}}$  das vom Stellaggregat abgegebene Drehmoment.

Als Störzustände gelten z.B.

$$\underline{x}_d = \begin{bmatrix} T_{\text{driver}} \\ T_{\text{friction}} \end{bmatrix} \quad \text{mit}$$

$T_{\text{driver}}$  das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment,

$T_{\text{friction}}$  die an der Lenkung angreifenden Reibmomente.

Durch die Rückführung der Streckenzustände über eine geeignete Matrix  $\underline{K}_p$  und Aufschaltung der Störzustände (Reibungs-, oder Störgrößenkompensation) über eine geeignete Matrix  $\underline{K}_d$ , welche durch einen geeigneten Zustandsreglerentwurf mit einem um ein Störmodell erweiterten Streckenmodell berechnet werden, wird dafür gesorgt, daß die gewählten Zielgrößen, z.B.

$$\underline{y}_{po} = \begin{bmatrix} T_{\text{sensor}} \\ \Delta\Omega \\ \Delta\alpha \end{bmatrix}$$

durch das vom Regler erzeugte Stellsignal  $T_{\text{req}}$  zu Null ausgeregelt werden. Diese Zielgrößen sind frei wählbar, müssen aber von den Streckenzuständen abhängig sein. In obiger Gleichung dient die Zielgröße  $T_{\text{sensor}}$  der Real-



isierung der momentenfreien Regelung, die Zielgrößen  $\Delta\Omega$  und  $\Delta\alpha$  dienen der Realisierung der aktiven Schwingungsdämpfung. Damit ist eine "momentenfreie" Lenkung realisiert.

Nachfolgend werden einige Grundlegende Zusammenhänge der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1: Eine schematisch die Realisierung einer momentenfreien Fahrzeuglenkung;
- Fig. 2: eine erfindungsgemäße Führungsgrößenaufschaltung;
- Fig. 3: ein erfindungsgemäßer Zustandsbeobachter;
- Fig. 4: funktionale Blöcke des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes;
- Fig. 5: eine alternative Lösung zur Generierung des gewünschten Fahrermomentes  $T_{\text{driver, req}}$  ;
- Fig. 6: eine alternative Lösung zur Führungsgrößenaufschaltung gem. den Figuren 3 und 5.

Die Figur 1 zeigt schematisch die Realisierung einer momentenfreien Fahrzeuglenkung durch Zustandsvektorrückführung mit Störgrößenkompensation.

Nachdem die momentenfreie Lenkung realisiert ist, kann über ein Führungsgrößenmodell ein gewünschtes Lenkgefühl erzielt werden. Unter Lenkgefühl wird hierbei das vom Fahrer gespürte bzw. aufzubringende Handmoment verstan-

den. Dazu wird aus dem vom Fahrer zu spürenden Handmoment  $T_{\text{driver, req}}$  über eine Führungsgrößenaufschaltung mit der Matrix  $K_r$  die Größe  $T_{\text{ref}}$  erzeugt und auf die Stellgröße  $T_{\text{req}}$  aufsummiert.

Die Figur 2 zeigt die Führungsgrößenaufschaltung und die Summierung der Größen  $T_{\text{req}}$  und  $T_{\text{ref}}$  zu  $T_{\text{req}}$ , wobei  $T_{\text{req}}$  Stellgröße für die Steuervorrichtung des Stellaggregats ist.

Die zu gewichtenden Zielgrößen werden damit zu

$$\underline{y}_w = \begin{bmatrix} T_{\text{sensor}} - T_{\text{driver, req}} \\ \Delta\Omega \\ \Delta\alpha \end{bmatrix}$$

$T_{\text{driver, req}}$  ist das Moment, welches der Fahrer spürt. Im Vergleich zum Zielgrößenvektor  $y_{po}$  wird hier kein momentenfreies Lenken (d.h.  $T_{\text{sensor}} = 0$ ) erzeugt, sondern ein um den Betrag des gewünschten Fahrermomentes  $T_{\text{driver, req}}$  verringertes Sensormoment eingeregelt. Durch das zuvor entworfene momentenfreie Lenkverhalten ist das Fahrgefühl, d.h. das Moment  $T_{\text{driver, req}}$ , jetzt eine völlig frei formbare (von den Streckenzuständen unabhängige) Größe und kann eine beliebige Funktion der bereits beschriebenen Parameter sein.

Da es normalerweise nicht möglich ist, alle benötigten Zustandsgrößen zu messen, müssen diese aus den vorhandenen Meßgrößen rekonstruiert werden. Dies kann z.B. durch ein differenzierendes Filter oder den bereits beschriebenen Zustandsbeobachter geschehen.

Wie die Figur 3 zeigt, kann der Zustandsbeobachter ein um ein Störmodell erweitertes mathematisches Parallelmodell der Strecke aufweisen und erhält als Eingangsgrößen die vom Regler erzeugte Stellgröße  $T_{req}$  sowie die vorhandenen Meßgrößen, z.B. das Drehmoment  $T_{sensor}$  und den Motorwinkel  $\varphi_{motor}$ .

Durch die Rückführung der Differenzen aus den berechneten Meßgrößen und den tatsächlichen Meßgrößen über eine geeignete Matrix lassen sich die fehlenden Zustandsgrößen ermitteln. Die Berechnung dieser Matrix ist mittels eines geeigneten Beobachterentwurfs zu ermitteln.

Durch Zusammenschalten von Beobachter und Regler erhält man eine Regelung die für Reibungskompensation, frei gestaltbares Fahrergefühl sowie aktive Schwingungsdämpfung sorgt.

Die Figur 4 zeigt die funktionalen Blöcke des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes für die Fahrzeuglenkung. Der Beobachter ermittelt die für den Regler notwendigen Eingangsgrößen. Durch gleichzeitige Führungsgrößenaufschaltung von  $T_{driver, req}$  wird durch die Regelung die Stellgröße  $T_{req}$  entsprechend des einzustellenden Handgefühls bzw. Handmoments eingeregelt.

Wie bereits erläutert, ist  $T_{req}$  die Stellgröße für die Steuervorrichtung des Stellaggregats. Durch die vorteilhafte Modularität der erfindungsgemäßen Fahrzeuglenkung bzw. deren Regelungskonzeptes, ist es problemlos möglich, das erfindungsgemäße Konzept in jedem Fahrzeug zu implementieren. Der Reglerentwurf gestaltet sich dabei sehr einfach, da in der Regel die mathematischen Modelle für die jeweiligen Fahrzeuge bekannt sind.

Dadurch, daß zuerst eine momentenfreie Lenkung realisiert wird, ist es problemlos möglich, eine für ein Fahrzeug erstellte Funktion für das vom Fahrer aufzubringende Fahrgefühl bzw. Handmoment für ein anderes Fahrzeug zu übernehmen. Es ist somit möglich, verschiedene Fahrzeuge mit exakt dem selben Fahrgefühl auszustatten.

Das mittels der Darstellungen aufgezeigte Regelungskonzept ist lediglich eine mögliche Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Fahrzeuglenkung. Es ist selbstverständlich möglich, daß die Summierung von  $T_{ref}$  und  $T_{req}$  an einer anderen Stelle erfolgt. So können die einzelnen Matrizen  $K_r$ ,  $K_p$  und  $K_d$  selbstverständlich zu einer einzigen Matrix zusammengefaßt werden ohne vom erfinderischen Gedanken abzuweichen.

Die Figur 5 zeigt eine alternative Generierung des gewünschten Fahrermomentes  $T_{driver, req}$ , wobei das gewünschte Fahrermomente  $T_{driver, req}$  sich durch die Multiplikation von  $T_{friction}$  mit einem Proportionalitätsfaktor  $k_{assist}$  ergibt. Der Faktor  $k_{assist}$  ist seinerseits eine Funktion von verschiedenen Größen wie z.B. der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{vehicle}$  und dem Sensormoment  $T_{sensor}$ .

Alternativ zur Führungsgrößenaufschaltung ist es ebenso im Sinne der Erfindung, wenn die Größe  $T_{req}$  mit einem Proportionalitätsfaktor multipliziert wird. Dieser Proportionalitätsfaktor kann, wie in Figur 6 dargestellt  $k_{assist}$  sein.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Fahrzeuglenkung zum Steuern eines Lenk- oder Einschlagwinkels mindestens eines Fahrzeugs eines Fahrzeugs, das aufweist:
  - eine Lenkhandhabe, insbesondere ein Lenkhandrad,
  - eine Detektierungsvorrichtung zum Erfassen des Betätigungsgrads der Lenkhandhabe;
  - eine mechanische Wirkverbindung zwischen der Lenkhandhabe und dem mindestens einen gelenkten Fahrzeugsgrad;
  - ein Stellaggregat zum unterstützenden Einstellen des Lenk- bzw. Einschlagwinkels;
  - eine Steuervorrichtung für das Stellaggregat, wobei das vom Fahrer zur Steuerung des Kraftfahrzeuges tatsächlich aufzubringende Handmoment bzw. -kraft von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von Fahrzeugzustandsgrößen eingeregelt wird;

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Steuervorrichtung einen Zustandsregler aufweist, der mittels Zustandsgrößen des Fahrzeugs eine Stellgröße  $T_{req}$  für die Steuervorrichtung erzeugt, bei dem die vom Fahrer aufzubringenden Lenkkräfte minimal wären, so daß eine möglichst momentenfreie Lenkung realisiert wäre, und daß eine Referenzgrößenaufschaltung für das vom Fahrer aufzubringende Handmoment  $T_{driver, req}$  eine Führungsgröße  $T_{ref}$  erzeugt.

2. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Multiplikation der Größe  $T_{\text{friction}}$ , die die an der Lenkung angreifenden Reibmomente darstellt, mit einem variablen Proportionalitätsfaktor  $k_{\text{assist}}$  das vom Fahrer aufzubringende Handmoment  $T_{\text{driver, req}}$  ergibt.
3. Fahrzeuglenkung zum Steuern eines Lenk- oder Einschlagwinkels mindestens eines Fahrzeuggrads eines Fahrzeugs, das aufweist:
- eine Lenkhandhabe, insbesondere ein Lenkhandrad,
  - eine Detektierungsvorrichtung zum Erfassen des Betätigungsgrads der Lenkhandhabe;
  - eine mechanische Wirkverbindung zwischen der Lenkhandhabe und dem mindestens einen gelenkten Fahrzeuggrad;
  - ein Stellaggregat zum unterstützenden Einstellen des Lenk- bzw. Einschlagwinkels;
  - eine Steuervorrichtung für das Stellaggregat, wobei das vom Fahrer zur Steuerung des Kraftfahrzeuges tatsächlich aufzubringende Handmoment bzw. -kraft von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von Fahrzeugzustandsgrößen eingeregelt wird;
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Steuervorrichtung einen Zustandsregler aufweist, der mittels Zustandsgrößen des Fahrzeugs eine Stellgröße  $T_{\text{req}}$  für die Steuervorrichtung erzeugt, bei dem die vom Fahrer aufzubringenden Lenkkräfte minimal wären, so daß eine möglichst momentenfreie Lenkung realisiert wäre, und daß die Führungsgröße  $T_{\text{ref}}$  durch Multiplikation von der Stellgröße  $T_{\text{req}}$  mit einem Proportionalitätsfaktor  $k_{\text{assist}}$  erzeugt wird.

4. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 3, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Proportionalitätsfaktor  $k_{assist}$  eine Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Sensormoment  $T_{sensor}$  ist.
5. Fahrzeuglenkung nach einem der vorherigen Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Steuervorrichtung einen Beobachter aufweist, der mittels eines mathematischen Modells der Lenkung des Fahrzeugs nicht gemessene und/oder nicht meßbare Zustandsgrößen des Fahrzeugs ermittelt.
6. Fahrzeuglenkung nach einem der vorherigen Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß für die Berechnung von  $T_{req}$  Streckenzustandsgrößen und Störzustandsgrößen berücksichtigt werden.
7. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 6, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Streckenzustandsgrößen z.B. die ritzelseitige Winkelgeschwindigkeit  $\Omega_{pinion}$  und/oder die Winkeldifferenz zwischen Lenrad- und Ritzelseite  $\Delta\phi$  und/oder die Winkelgeschwindigkeitsdifferenz zwischen Lenkrad- und Ritzelseite  $\Delta\Omega$  und/oder das vom Stellaggregat abgegebene Drehmoment  $T_{motor}$  und/oder äquivalente Größen sind.
8. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 6, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß Störzustandsgrößen das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment  $T_{driver}$  und/oder die an der Lenkung angreifenden Reibmomente  $T_{friction}$  sind.
9. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß durch Rückführung der Streckenzustandsgrößen über eine ge-

eignete Matrix  $\underline{K}_p$  und Aufschaltung der Störzustandsgrößen über eine geeignete Matrix  $\underline{K}_d$  die Stellgröße  $T_{req}$  erzeugt wird.

10. Fahrzeuglenkung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß über eine Führungsgrößenaufschaltung in einer Matrix  $\underline{K}_r$  ein gewünschtes Handmoment  $T_{driver, req}$  auf die Stellgröße  $T_{req}$  aufsummiert wird.
11. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gewünschte Handmoment  $T_{driver, req}$  eine Funktion des Lenkradwinkels und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeits und/oder der an der Fahrzeuglenkung angreifenden Störgrößen wie z.B. Spurstangenkräfte und/oder Kräfte an den Reifen und/oder Reaktionskräfte zwischen Reifen und Fahrbahn ist.
12. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gewünschte Handmoment  $T_{driver, req}$  durch Vorgaben des Fahrzeugführers vorgebar und/oder beeinflussbar ist.
13. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vorgabe die Einstellung des Fahrmodus wie z.B. „economy“ oder „sportlich“ ist.
14. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gewünschte Handmoment  $T_{driver, req}$  eine Funktion von verschiedenen Fahrdynamikinformationen von den im Fahrzeug befindlichen Fahrsystemen, insbesondere dem Getriebe und/oder der Fahrdynamikregelung, ist.



15. Fahrzeuglenkung nach einem der vorherigen Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß nicht gemessene Zustandsgrößen des Fahrzeugs durch differenzierende Filter oder den Beobachter ermittelt werden.
16. Fahrzeuglenkung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Zustandsregler über ein Gütefunktional so ausgelegt ist, daß er eine aktive Schwingungsdämpfung realisiert.

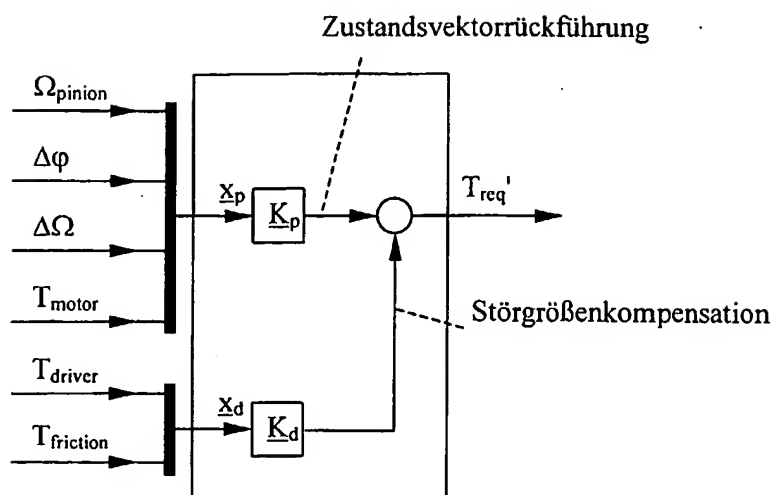


Fig. 1

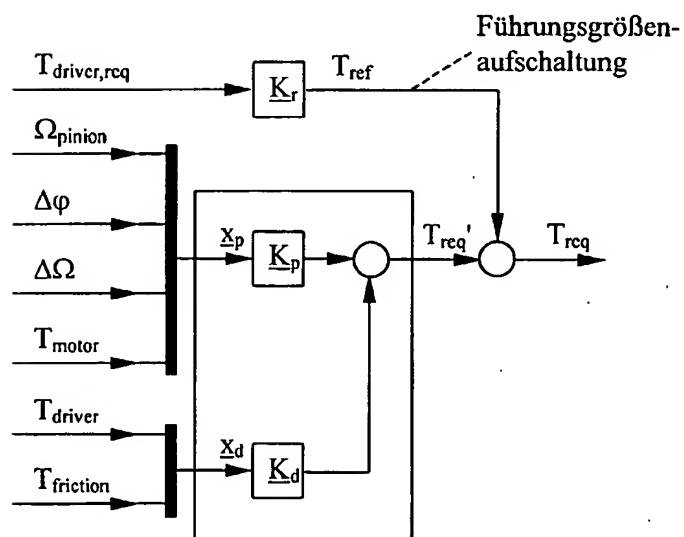
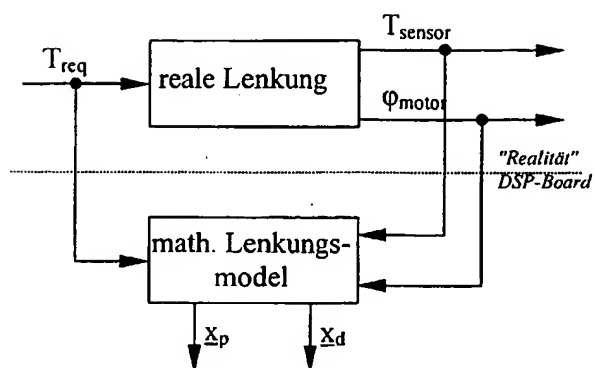
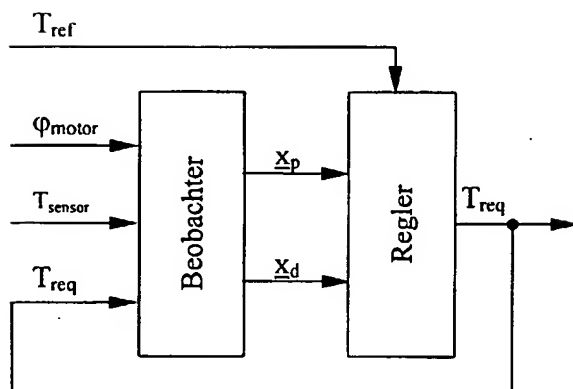


Fig. 2

**Fig. 3****Fig. 4**

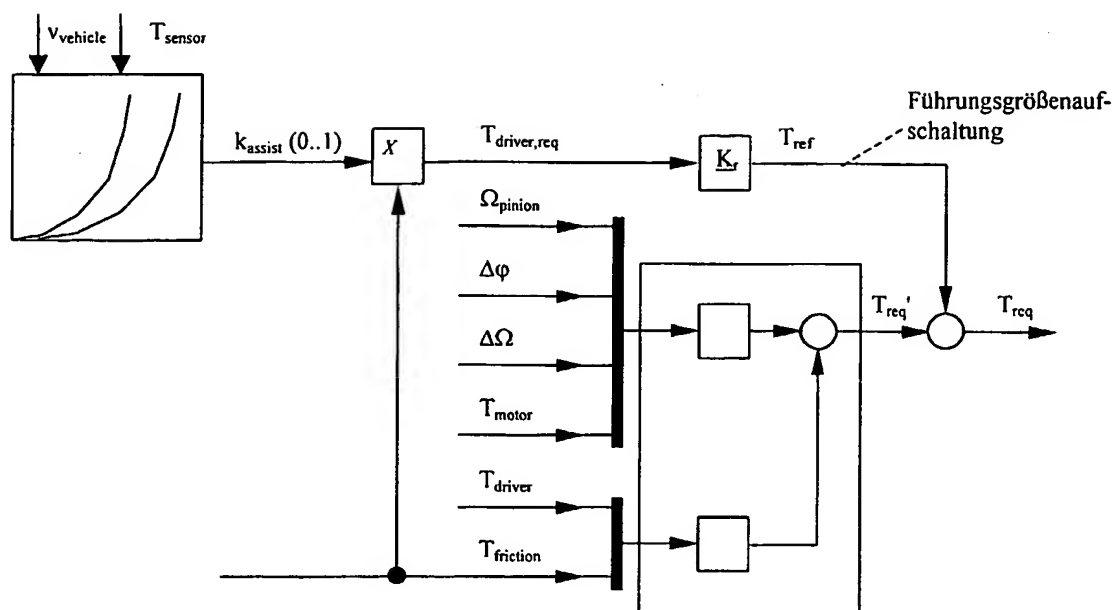


Fig. 5

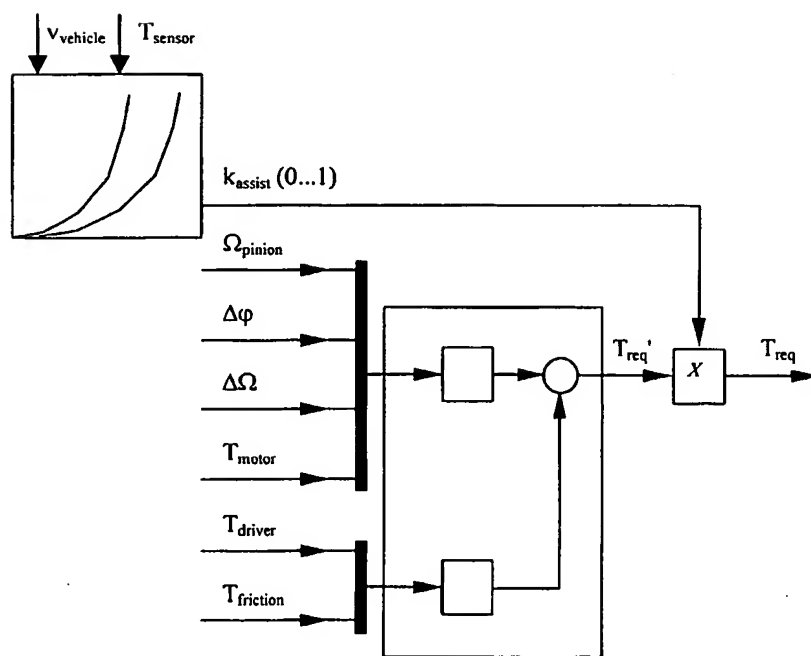


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/01855

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B62D5/00 B62D6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 55 044 C (DAIMLER BENZ AG) 4 March 1999 (1999-03-04) abstract; claims 1-3,7; figures 1,6 column 2, line 65 -column 3, line 19 column 3, line 61 -column 5, line 62 column 7, line 3 -column 7, line 20 ---	1-4,6-8
A	DE 196 26 540 C (DAIMLER BENZ AG) 20 November 1997 (1997-11-20) abstract; claims 1,2; figures 1,2 column 2, line 44 -column 3, line 14 column 3, line 67 -column 4, line 6 column 4, line 46 -column 4, line 60 --- -/--	1,3,4,16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 2002

Date of mailing of the international search report

15/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Balázs, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/01855

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A, P	EP 1 172 280 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 16 January 2002 (2002-01-16) abstract; claims 1-4,9,11,12; figure 1 column 3, line 56 -column 5, line 37 -----	1-6, 8-11,15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/01855

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19755044	C	04-03-1999	DE 19755044 C1	04-03-1999
			FR 2772331 A1	18-06-1999
			GB 2332184 A , B	16-06-1999
			IT RM980760 A1	11-06-1999
			JP 3185022 B2	09-07-2001
			JP 11255132 A	21-09-1999
			US 6138788 A	31-10-2000
DE 19626540	C	20-11-1997	DE 19626540 C1	20-11-1997
EP 1172280	A	16-01-2002	FR 2811627 A1	18-01-2002
			EP 1172280 A1	16-01-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01855

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B62D5/00 B62D6/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B62D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 55 044 C (DAIMLER BENZ AG) 4. März 1999 (1999-03-04) Zusammenfassung; Ansprüche 1-3,7; Abbildungen 1,6 Spalte 2, Zeile 65 -Spalte 3, Zeile 19 Spalte 3, Zeile 61 -Spalte 5, Zeile 62 Spalte 7, Zeile 3 -Spalte 7, Zeile 20 ---	1-4,6-8
A	DE 196 26 540 C (DAIMLER BENZ AG) 20. November 1997 (1997-11-20) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 44 -Spalte 3, Zeile 14 Spalte 3, Zeile 67 -Spalte 4, Zeile 6 Spalte 4, Zeile 46 -Spalte 4, Zeile 60 --- -/--	1,3,4,16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juli 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/07/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Balázs, M



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01855

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A,P	<p>EP 1 172 280 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 16. Januar 2002 (2002-01-16) Zusammenfassung; Ansprüche 1-4,9,11,12; Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 56 -Spalte 5, Zeile 37 -----</p>	<p>1-6, 8-11,15</p>

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01855

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19755044	C	04-03-1999	DE 19755044 C1	04-03-1999
			FR 2772331 A1	18-06-1999
			GB 2332184 A ,B	16-06-1999
			IT RM980760 A1	11-06-1999
			JP 3185022 B2	09-07-2001
			JP 11255132 A	21-09-1999
			US 6138788 A	31-10-2000
DE 19626540	C	20-11-1997	DE 19626540 C1	20-11-1997
EP 1172280	A	16-01-2002	FR 2811627 A1	18-01-2002
			EP 1172280 A1	16-01-2002